

Клементьев В. А., Борщев А. Д., Хоробрых М. А.

## ЛЕТАЮЩАЯ МОДЕЛЬ С СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ ПОГРАНИЧНЫМ СЛОЕМ

Исследования, начатые на кафедре аэрогидродинамики и продолженные на кафедре конструкции и проектирования летательных аппаратов СГАУ, позволили создать летающую модель с крылом, снабженным роторным предкрылком [1-6]. С целью уменьшения времени на изготовление летающей модели было решено проектировать её на базе радиоуправляемого мотопланера Vixler-2. Мотопланер Vixler-2 изготавливается фирмой H. King (КНР). Размах крыла модели составляет 1500 мм, длина 963 мм. Полетная масса модели (без целевой нагрузки) составляет 760 граммов.

Полет мотопланера обеспечивается бесколлекторным электрическим двигателем, снабженным толкающим винтом. Таким образом, крыло мотопланера обдувается невозмущенным потоком, что является удобным при проведении экспериментов по изучению обтекания крыла. Проектирование нового крыла, снабженного системой управления пограничным слоем (УПС), а также компоновка всей модели осуществлялись при компьютерной поддержке [7]. Проведено планирование и моделирование потока работ по проектированию и изготовлению беспилотного летательного аппарата (БЛА). На начальном этапе при помощи программного пакета SolidWorks были проведены аэродинамические исследования вариантов профилей крыла, отличающихся геометрией верхней дужки (рисунки 1 и 2).

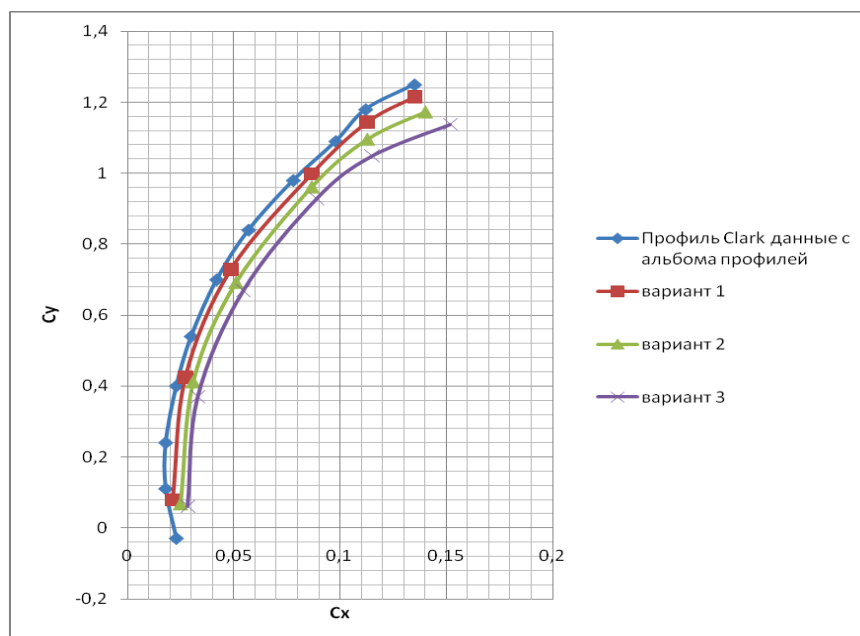


Рисунок 1 – Поляры, полученные численным расчетом SolidWorks

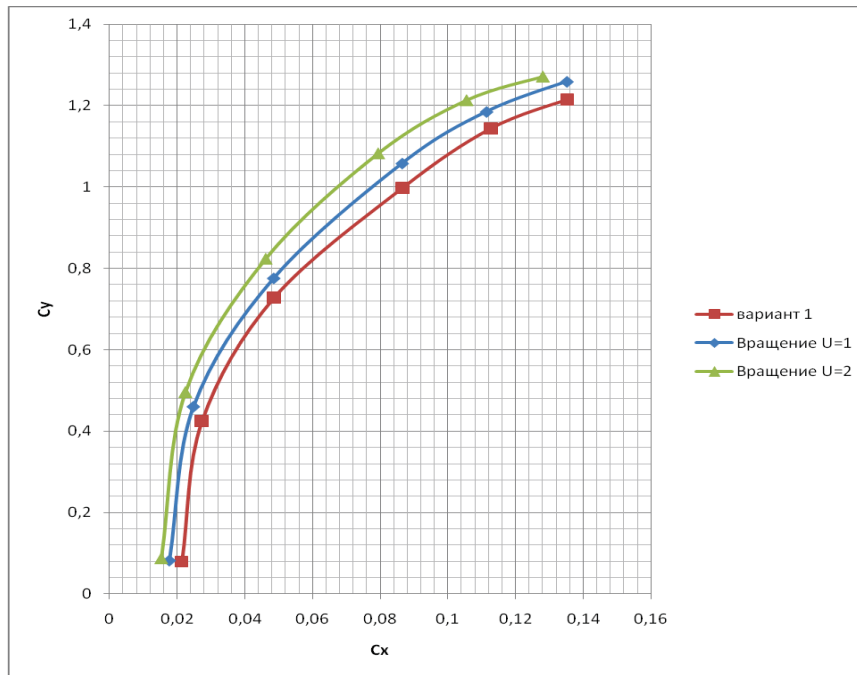


Рисунок 2 – Поляры, полученные численным расчетом SolidWorks для профиля «Вариант 1» без вращения и с вращением (при безразмерных скоростях вращения ротора  $U=1$  и  $U=2$ )

В дальнейшем для 3D моделирования крыла был выбран профиль с наибольшим аэродинамическим качеством «Вариант-1» [4-6]. Был создан теоретический чертеж консоли крыла и фюзеляжа в программном продукте КОМПАС-3D V14 (рис. 3).

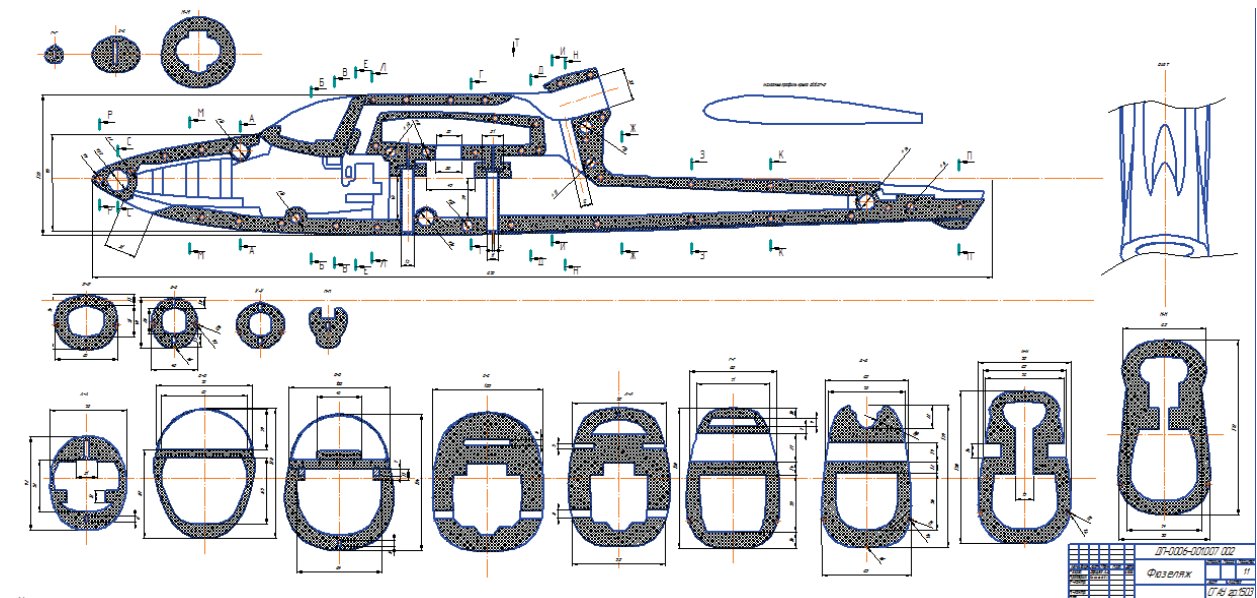


Рисунок 3 – Разрез фюзеляжа с контрольными сечениями

С целью уменьшения сроков и повышения качества проектирования при помощи программного продукта CATIA V5 были построены твердотельные 3D модели силовой схемы крыла, а также каркасно-оболочечная модель фюзеляжа. Для получения точных се-

чений фюзеляжа применялась технология 3D сканирования с использованием программного продукта RVScanner и последующее построение контрольных сечений в программном продукте ZW3D. Разработанная 3D модель фюзеляжа применялась для внутрифюзеляжной компоновки и определения центровки БЛА (рисунки 4 и 5).

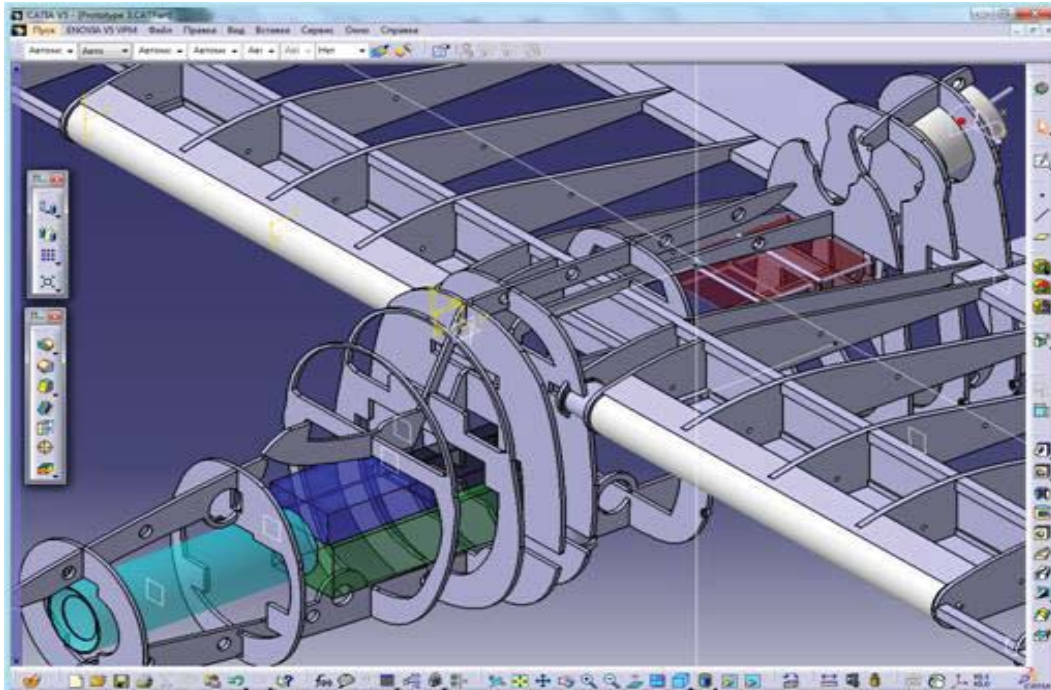


Рисунок 4 – Размещение камеры, аккумулятора, инвертора, блока радиуправления и электроприводов роторов

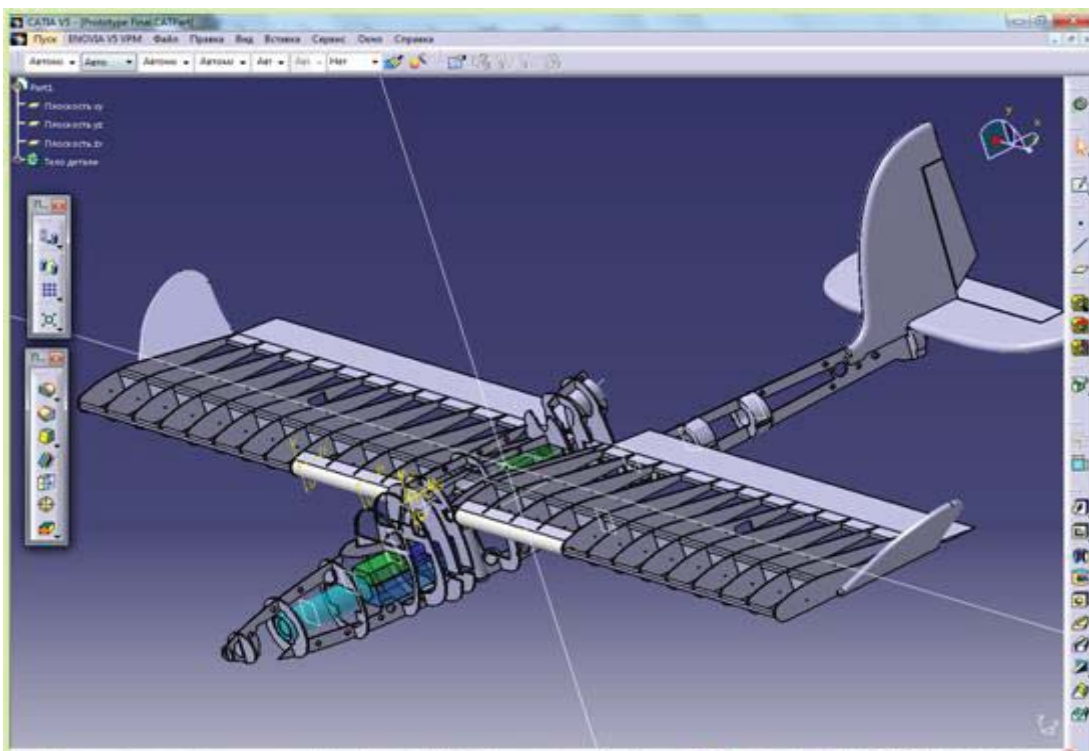


Рисунок 5 – 3D модель БЛА с системой УПС

Визуализация обтекания методом дымящейся нити показала эффективность применения концевых крылышек-винглетов с целью уменьшения интенсивности концевых вихрей, вызванных перетеканием воздуха с нижней поверхности крыла на верхнюю без вращения и с вращением ротора.

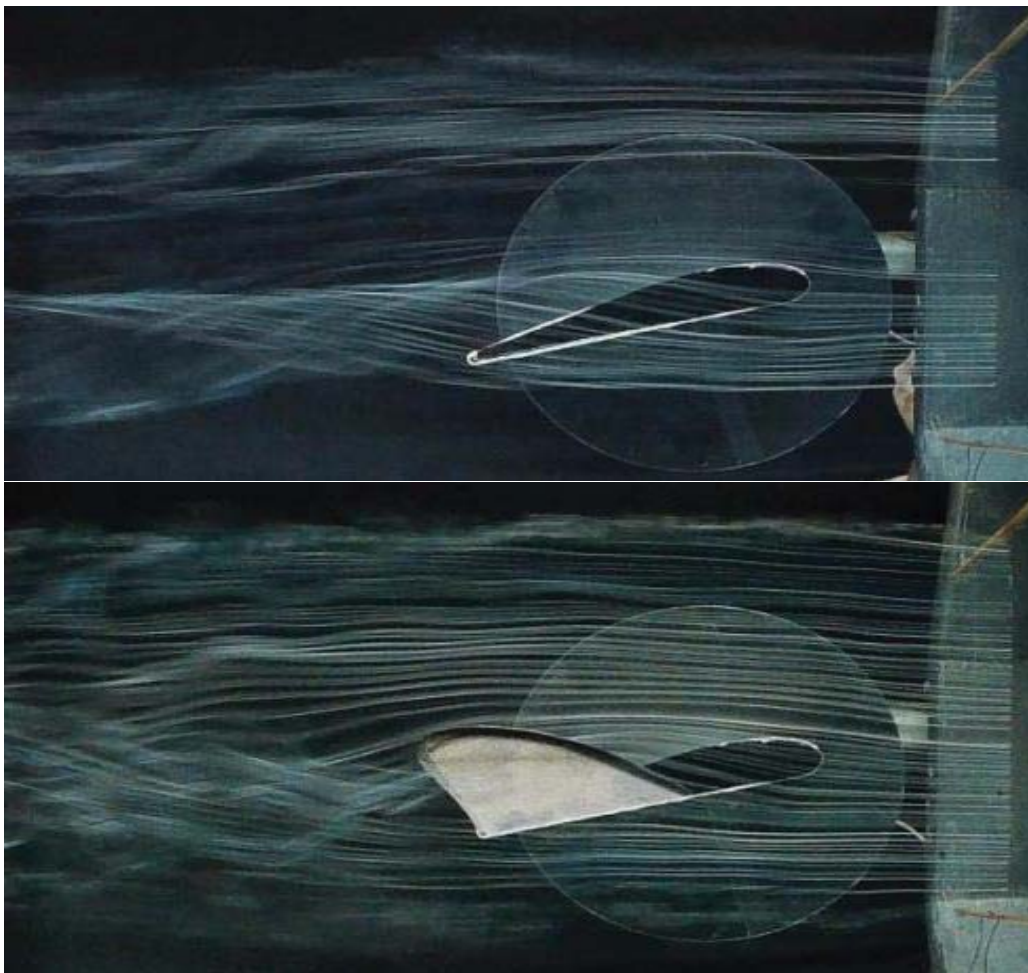


Рисунок 6 – Влияние концевого крылышка на интенсивность концевого вихря (реверс вращения ротора 5780,6 об/мин., скорость потока 1 м/с)

На рисунке 6 показаны спектры обтекания концевого сечения крыла с роторным предкрылком в режиме реверса при угле атаки 15 градусов. Были проведены расчеты на прочность наиболее ответственной части крыла – роторного предкрылка из стеклопластика. Следует отметить, что с целью снижения массы в конструкции крыла и фюзеляжа использовался углепластик, пенополистирол и бальза. В результате были изготовлены детали крыла и осуществлена как его сборка, так и всего БЛА. Целевой нагрузкой модели является микрокамера (разрешение 12 Мп, угол обзора 170 градусов, масса 100 грамм). Аэродинамические характеристики данного БЛА позволят осуществлять фото- и видеосъемку на небольших скоростях полета без опасности сваливания.

### Библиографический список

- 1 Frolov V., Klementiev V., Kurkin E., Lyaskin A., Shakhov V. Aerodynamic study of airfoil with rotary slat// READ 2010 Research and Education in Aircraft Design, June 28-30, 2010 Warsaw Univ. Technical Poland, CD-ROM.
- 2 Клементьев В.А., Панков Р.С., Тихонов А.А., Фролов В.С. Исследования профильного сопротивления цилиндра и крыла с роторным предкрылком: Сборник трудов XV Всероссийского семинара по управлению движением и навигации летательных аппаратов Ч 1. – Самара, 2011. – С. 205-209.
- 3 Ивченко А.В., Клементьев В.А. Визуализация обтекания неподвижного и вращающегося цилиндра, а также крыла с роторным предкрылком в дозвуковой аэродинамической трубе// Материалы докладов 11 МНТК «Оптические методы визуализации потоков»- М.: Изд-во МЭИ-2011.- 7 с. (CD-ROM).
- 4 Ивченко А.В., Клементьев В.А. Комплексные исследования обтекания крыла с роторным предкрылком в дозвуковом потоке//Материалы докладов 12 МНТК «Оптические методы визуализации потоков»- М.: Изд-во МЭИ-2013.- 9 с. (CD-ROM).
- 5 Клементьев В.А., Ивченко А.В. Управление пограничным слоем и интенсивностью концевых вихрей на крыле с роторным предкрылком: Сборник трудов XVI Всероссийского семинара по управлению движением и навигации летательных аппаратов Ч 1. – Самара, 2013. – С. 190-193.
- 6 Клементьев В.А., Тихонов А.А. Экспериментальные установки для исследования распределения давления по поверхности вращающегося цилиндра и крыла с роторным предкрылком: Сборник трудов XVI Всероссийского семинара по управлению движением и навигации летательных аппаратов Ч 1. – Самара, 2013. – С. 194-197.